

DERWENT-ACC-NO: 1993-208584

DERWENT-WEEK: 199326

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Mould for producing fibre reinforced thermoplastic resin  
expandable core of e.g. PTFE hollow body - comprises heat  
and pre-shaped outer mould of low  
heat expansion coefft.  
into which prepreg contg. long fibres  
is filled

PATENT-ASSIGNEE: YOKOHAMA RUBBER CO LTD[YOKO]

PRIORITY-DATA: 1991JP-0294438 (November 11, 1991)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	
LANGUAGE		MAIN-IPC	
JP 05131555 A		May 28, 1993	N/A
005	B29C 067/14		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP 05131555A		N/A	
1991JP-0294438		November 11, 1991	

INT-CL (IPC): B29C033/38, B29C053/56, B29C053/82,  
B29C053/84,  
B29C067/14, B29K105:08, B29L022:00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 05131555A

BASIC-ABSTRACT:

A mould is composed of a core with heat expandable properties, and a pipe-shape outer mould disposed outside the core. Into the space between the core and the outer mould, a prepreg obtd. by incorporating long fibres into a thermoplastic

resin is placed, and heat-moulded whereby a fibre reinforced thermoplastic resin hollow body is produced. The outer mould is produced from a low heat expandable material with a linear thermal expansion coefft. below  $1 \times 10^{-6}$  deg.C. in the temp range of recon temp. to 400 deg.C.

The core is a heat expandable mandrel made of PTFE. The outer mould is a quartz glass tube with a linear thermal expansion coefft. less than  $1 \times 10^{-6}$  deg.C. The prepreg is produced from a polyether ether ketone resin and carbon fibres.

USE/ADVANTAGE - For flying bodies, torque tubes, pressure containers, pipes, etc. The hollow body can be easily released from the mould, even when the orientation degree of the long fibres to the pipe axial direction is large and the thermal shrinkage of the hollow body is low, attributed to the low linear expansion coefft. of the outer moul

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/5

DERWENT-CLASS: A14 A26 A32

CPI-CODES: A11-B09C; A12-S08;

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-131555

(43)公開日 平成5年(1993)5月28日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 C	67/14	J 7188-4F		
	33/38	8927-4F		
	53/56	7421-4F		
	53/82	7421-4F		
	53/84	7421-4F		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-294438

(22)出願日 平成3年(1991)11月11日

(71)出願人 000006714

横浜ゴム株式会社

東京都港区新橋5丁目36番11号

(72)発明者 佐藤 元

神奈川県平塚市徳延400-2

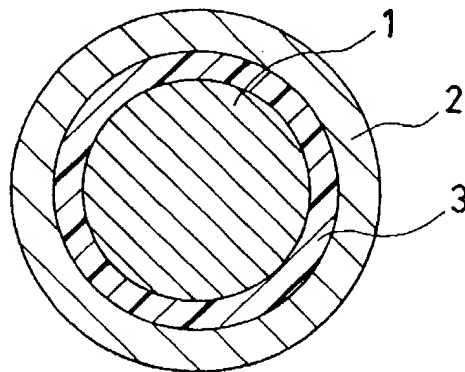
(74)代理人 弁理士 小川 信一 (外2名)

(54)【発明の名称】 繊維補強熱可塑性樹脂中空体の成形型

(57)【要約】

【目的】 軸方向に対する長繊維の配向角度が従来よりも大きい繊維補強熱可塑性樹脂中空体を成形することができる繊維補強熱可塑性樹脂中空体の成形型を提供する。

【構成】 中子1と外型2との間に熱可塑性樹脂をマトリックスとするプリプレグを介在させる。中子1及びプリプレグを熱可塑性樹脂の可塑化温度以上の温度に加熱して中子1を膨張させることにより、中子1と外型2との間に中空体3を成形する。外型2は線膨張係数が $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下の低熱膨張材料で構成されているため、中空体3の繊維配向角度が大きく中空体3の熱収縮量が少ない場合でも、冷却後における中空体3の脱型が容易である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 熱膨張性を有する中子と該中子の外側に配置したパイプ状の外型との間に、熱可塑性樹脂をマトリックスとして長繊維を混入させたプリプレグを挿入して繊維補強熱可塑性樹脂中空体を加熱成形する成型型において、前記外型を室温から400°までの温度範囲における線膨張係数が $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下の低熱膨張材料で構成した繊維補強熱可塑性樹脂中空体の成型型。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は飛翔体の胴体等の単殻構造体、トルクチューブ、圧力容器、パイプ配管及びトラス構造体等として利用される繊維補強熱可塑性樹脂中空体の成型型に関する。

## 【0002】

【従来技術】従来、熱可塑性樹脂のマトリックスに炭素繊維等の長繊維を混入させて補強した繊維補強熱可塑性樹脂(FRTP; Fiber Reinforced Thermoplastic)からなる中空体を効率良く製造する方法として、以下に示す内圧成形法がある。この内圧成形法においては、熱膨張性を有する中子と該中子の外側に配置したパイプ状の外型との間に、熱可塑性樹脂をマトリックスとするプリプレグを介在させ、次いで熱可塑性樹脂の可塑性温度以上の温度にプリプレグ及び中子を加熱して中子を膨張させることにより、中子と外型との間に繊維補強熱可塑性樹脂中空体を成形する。この場合、外型としては金属製パイプ等が使用されている。

【0003】この種の繊維補強熱可塑性樹脂中空体は用途に応じて軸方向に対する長繊維の配向角度を変化させる必要がある。この配向角度を変化させた場合、繊維補強熱可塑性樹脂中空体は製造過程における半径方向及び軸方向の熱膨張量が長繊維の影響で著しく変化する。即ち、図2に示すように、パイプ状の中空体4aに軸方向に対する配向角度を例えば約 $\pm 0^{\circ}$ として炭素繊維5aを混入させた場合、軸方向に配された炭素繊維5aの線熱膨張係数は約 $1.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と小さく、繊維間に介在する熱可塑性樹脂の線熱膨張係数は大きいので、熱膨張量は半径方向で最大となり、軸方向で最小となる。このため、繊維補強熱可塑性樹脂中空体は加熱時に半径方向に大きく膨張し、冷却時に半径方向に大きく収縮する。

【0004】一方、図3に示すように、パイプ状の中空体4bに軸方向に対する配向角度を例えば約 $\pm 40^{\circ}$ として炭素繊維5bを混入させた場合、炭素繊維5bが軸方向に対して傾斜しているため、熱膨張量は半径方向で小さくなり、軸方向で大きくなる。このような傾向は長繊維の軸方向に対する配向角度を大きくするほど著しくなり、この配向角度を例えば約 $90^{\circ}$ にした場合、繊維補強熱可塑性樹脂中空体は冷却時に炭素繊維5aの線熱膨張係数に基づいて半径方向には殆ど収縮しない。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の繊維補強熱可塑性樹脂中空体の成型型においては、外型の構成材料として線熱膨張係数が高い金属等を使用しているため、軸方向に対する長繊維の配向角度が大きい場合に、外型の半径方向の熱収縮量が繊維補強熱可塑性樹脂中空体の半径方向の熱収縮量に比して大きくなる。このため、冷却後における繊維補強熱可塑性樹脂中空体の脱型が困難になるという問題点があった。

10 【0006】図4は冷却過程における温度と中空体A、Bの外径及び外型Cの内径との関係を示すグラフ図である。Aは軸方向に対する長繊維の配向角度が大きい場合を示し、Bは軸方向に対する長繊維の配向角度が小さい場合を示す。この図4に示すように、380°の成形温度では中空体A、Bの外径及び外型Cの内径は一致しているが、樹脂の融点である340°になると差が現れる。中空体Aは半径方向の熱収縮量が少なく、室温において外型Cに対して焼きばめ状態となるので、脱型が困難である。一方、中空体Bは半径方向の熱収縮量が大きく、室温において外型Cとの間に隙間が生じるので、脱型が容易である。

20 【0007】例えば、鉄製の外型を使用して、PEEK(ポリエーテルエーテルケトン)樹脂に炭素繊維を混入させた中空体を成形した場合、室温における中空体の外径Dと外型の内径Eとの比D/Eと、軸方向に対する長繊維の配向角度 $\theta$ との関係は図5のようになる。この場合、 $\theta = 45^{\circ}$ のときは中空体の外径Dが外型の内径Eを僅かに下回るので、押出機等を使用すれば脱型が可能である。しかしながら、押出機等を使用せずに脱型を行うには、配向角度 $\theta$ を $42.5^{\circ}$ 以下にする必要がある。

【0008】このように、従来の外型では、脱型性を考慮した場合に軸方向に対する長繊維の配向角度が制限されてしまう。なお、外型として、分割可能な割り型を使用すれば、上記問題点を解決することができるが、この場合、割り型自体がパイプ状外型に比して高価であると共に、繊維補強熱可塑性樹脂中空体にシームが入り、商品価値が低下するという不都合が生じる。

40 【0009】本発明の目的は軸方向に対する長繊維の配向角度が大きい繊維補強熱可塑性樹脂中空体を成形することができる繊維補強熱可塑性樹脂中空体の成型型を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る繊維補強熱可塑性樹脂中空体の成型型は、熱膨張性を有する中子と該中子の外側に配置したパイプ状の外型との間に、熱可塑性樹脂をマトリックスとして長繊維を混入させたプリプレグを挿入して繊維補強熱可塑性樹脂中空体を加熱成形する成型型において、前記外型を室温から400°までの温度範囲における線膨張係数が $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下

の低熱膨張材料で構成したことを特徴とするものである。

【0011】本発明においては、外型は室温から400℃までの温度範囲、即ち熱可塑性樹脂の可塑化温度を含む成形温度範囲における線膨張係数が $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下の低熱膨張材料でパイプ状に構成されている。このため、熱可塑性樹脂に混入された長繊維の軸方向に対する配向角度が大きく、冷却過程における中空体の熱収縮量が少ない場合でも、前記低熱膨張材料からなる前記外型の熱収縮量も少ないので、冷却後の中空体の脱型が容易である。従って、高価な割り型を使用せず、安価なパイプ状の外型を使用して、軸方向に対する長繊維の配向角度が従来よりも大きい繊維補強熱可塑性樹脂中空体を成形することができる。

【0012】また、外型を構成する低熱膨張材料は、金属等に比して熱伝導性が小さいという特長を有している。このため、熱収縮により剛性が高い長繊維が中空体の表面側に顕出しないので、長繊維による微小な凹凸を減少させて繊維補強熱可塑性樹脂中空体の品質を向上させることができるという利点もある。本発明において、外型を構成する低熱膨張材料の線膨張係数が $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ を超えると、熱可塑性樹脂及び長繊維で構成される繊維補強熱可塑性樹脂中空体の熱収縮量よりも外型の熱収縮量の方が大きくなる。このため、低熱膨張材料の線膨張係数は $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下にする。このような低熱膨張材料としては、石英ガラス等がある。なお、低熱膨張材料として、異方性の膨張特性を有するものを使用する場合には、少なくとも外型の半径方向の線膨張係数が $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下であればよい。

【0013】また、本発明において、熱可塑性樹脂としては、特に限定されるものではないが、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリフェニレンサルファイド(PPS)、ポリエーテルイミド(PEI)、ポリエーテルスルホン(PES)、ポリアリレンケトン、ポリアリレンサルファイド、ポリアリルイミド、ポリアミドイミド、ポリイミド、ポリイミドスルホン、ポリスルホン及びポリエステル等の高融点又は高軟化点の熱可塑性樹脂を使用することができる。また、上記熱可塑性樹脂に混入させる長繊維としては、長さ及び材質が特に限定されるものではないが、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、炭化珪素繊維、ボロン繊維及びアルミナ繊維等の耐熱性を備えた高強度、高弾性率の機械的特性に優れた連続繊維を使用することができる。

【0014】以下、本発明の構成について添付の図面を参照して説明する。図1は本発明に係る繊維補強熱可塑性樹脂中空体の成形型を示す断面図である。まず、中子1の周囲に熱可塑性樹脂をマトリックスとするプリプレグを巻回した後、中子1の外側にパイプ状の外型2を配置することによりプリプレグを中子1と外型2との間に保持する。次いで、中子1及びプリプレグを熱可塑性樹

脂の可塑化温度以上の温度に加熱して中子1を膨張させることにより、中子1と外型2との間に中空体3を成形する。中子1、外型2及び中空体3を室温まで冷却した後、中空体3を中子1及び外型2から脱型する。

【0015】外型2は線膨張係数が $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下である低熱膨張材料で構成されている。このため、中空体3の軸方向に対する長繊維の配向角度が大きく、中空体3の熱収縮量が少ない場合でも、冷却後における中空体3の脱型が容易である。なお、中子1は上記熱可塑性樹脂の可塑化温度以上の温度で溶融流動しない耐熱性を有すると共に、加熱時にプリプレグを内側から外側に向けて圧縮してその積層プライ間を密着させ得る熱膨張性を有することが必要である。

【0016】

【実施例】

実施例

中子としては、外径が45mm、内径が20mmのポリテトラフルオロエチレン(PTFE、商標名テフロン)製パイプからなる熱膨張性マンドレルを使用した。一方、外型としては、内径が55.0mmであって、20℃~400℃の温度範囲における線膨張係数が $0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ( $10^{-6}$ オーダーまでは0)である石英ガラス管を使用した。そして、PEEK樹脂のマトリックスに炭素繊維を混入させたプリプレグ(Fiberite社製APC-2/AS4)を熱膨張性マンドレルに巻き付けた後、マンドレルの外側に石英ガラス管を配置することによりプリプレグをマンドレルと石英ガラス管との間に保持した。このとき、プリプレグは製品肉厚が約2.5mmになるように合計20プライ積層し、軸方向に対する炭素繊維の配向角度を $\pm 45^{\circ}$ とした。

【0017】このように成形材料をマンドレル及び石英ガラス管に組み込んだ複合体をオーブン中に挿入し、約380℃に加熱して120分間保持した。その後、複合体を冷水中に浸漬して急冷することによりPEEK樹脂を凝固させた。本実施例によれば、PEEK樹脂の可塑化温度以上の温度に加熱して熱膨張性マンドレルを膨張させることにより、このマンドレルと石英ガラス管との間にPEEK/カーボン製パイプを成形することができた。この場合、石英ガラス管の半径方向の熱収縮量がPEEK/カーボン製パイプの半径方向の熱収縮量に比して小さいので、冷却後に石英ガラス管とPEEK/カーボン製パイプとの間に隙間が生じた。このため、PEEK/カーボン製パイプの脱型が容易であった。

【0018】比較例1

線膨張係数が約 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である鉄製の外型を使用したこと以外は、上記実施例と同様にして、PEEK/カーボン製パイプを成形した。この場合、外型の半径方向の熱収縮量が大きいため、油圧を利用した押出機を使用しなければ、PEEK/カーボン製パイプを型抜きすることができなかった。このように鉄製の外型を使

用した場合、冷却後に外型とPEEK/カーボン製パイプとの間に隙間が生じて容易に脱型可能となる繊維配向角度は $42.5^{\circ}$ 以下であった。

#### 【0019】比較例2

線熱膨張係数が約 $16 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である銅製の外型を使用したこと以外は、上記実施例と同様にして、PEEK/カーボン製パイプを成形した。この場合、押出機を使用してPEEK/カーボン製パイプを型抜きすることができたが、比較例1よりも外型の半径方向の熱収縮量が大きいので、焼きばめによる型締まりが過大となり、外型が変形してしまった。このように銅製の外型を使用した場合、冷却後に外型とPEEK/カーボン製パイプとの間に隙間が生じて容易に脱型可能となる繊維配向角度は $40^{\circ}$ 以下であった。

#### 【0020】比較例3

線熱膨張係数が約 $18 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である真鍮製の外型を使用したこと以外は、上記実施例と同様にして、PEEK/カーボン製パイプを成形した。この場合、押出機を使用してもPEEK/カーボン製パイプを型抜きすることができず、型締まりにより外型が変形すると共に製品が破壊されてしまった。このように真鍮製の外型を使用した場合、冷却後に外型とPEEK/カーボン製パイプとの間に隙間が生じて容易に脱型可能となる繊維配向角度は $25^{\circ}$ 以下であった。

#### 【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、内圧成形法に使用する成形型の外型を、成形温度範囲にお

ける線熱膨張係数が $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下の低熱膨張材料で構成したから、長繊維の軸方向に対する配向角度が大きく繊維補強熱可塑性樹脂中空体の熱収縮量が少ない場合でも、その脱型が容易である。従って、安価なパイプ状の外型を使用して、繊維配向角度が従来よりも大きい繊維補強熱可塑性樹脂中空体を成形することができる。

【0022】また、低熱膨張材料は金属等に比して熱伝導性が小さいため、長繊維による微小な凹凸を減少させて繊維補強熱可塑性樹脂中空体の品質を向上させることができるという利点もある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る繊維補強熱可塑性樹脂中空体の成形型を示す断面図である。

【図2】繊維配向角度が約 $\pm 0^{\circ}$ の繊維補強熱可塑性樹脂中空体を示す斜視図である。

【図3】繊維配向角度が約 $\pm 40^{\circ}$ の繊維補強熱可塑性樹脂中空体を示す斜視図である。

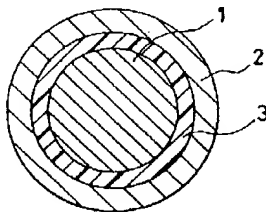
【図4】冷却過程における温度と中空体の外径及び外型の内径との関係を示すグラフ図である。

【図5】室温における中空体の外径と外型の内径との比と、軸方向に対する長繊維の配向角度との関係を示すグラフ図である。

#### 【符号の説明】

- 1 中子
- 2 外型
- 3, 4a, 4b 中空体
- 5a, 5b 炭素繊維

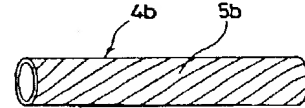
【図1】



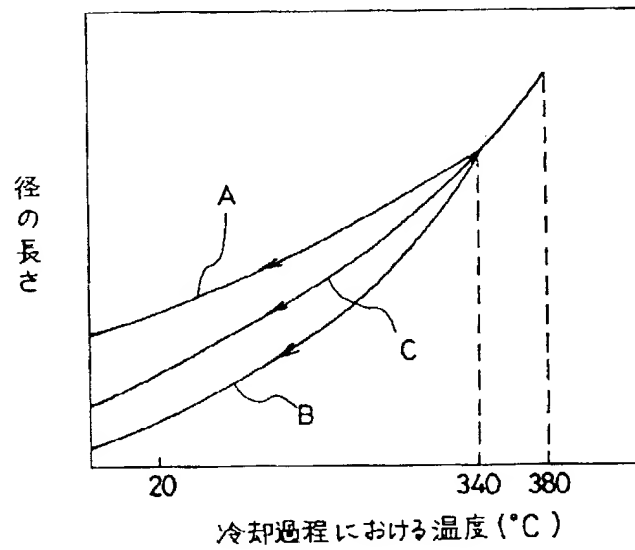
【図2】



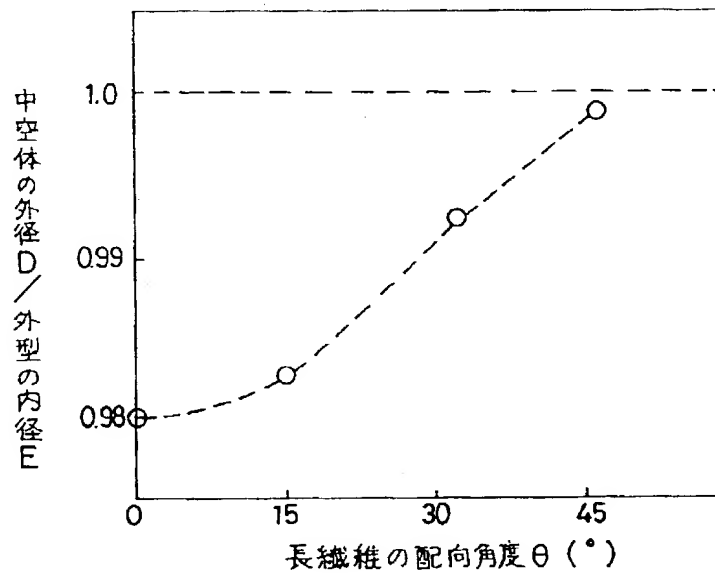
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>5</sup>

// B 2 9 K 105:08

B 2 9 L 22:00

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

4F